

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 32 944 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 199 32 944.3
㉔ Anmeldetag: 14. 7. 1999
㉕ Offenlegungstag: 8. 2. 2001

⑤① Int. Cl. 7: **H 03 K 17/06**
H 03 K 17/687
H 02 H 7/20

22278 U.S. PTO
10/757974



DE 199 32 944 A 1

⑦① Anmelder:
Infineon Technologies AG, 81541 München, DE
⑦④ Vertreter:
Westphal, Mussnug & Partner, 80336 München

⑦② Erfinder:
Christoph, Axel, Villach, AT; Koroncai, Adam-Istvan,
Dipl.-Ing., Klagenfurt, AT

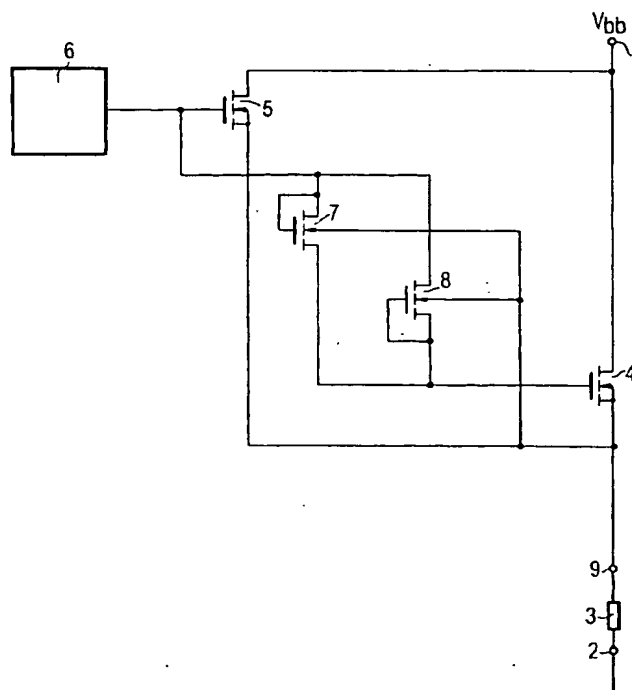
⑤⑥ Entgegenhaltungen:
GB 21 84 622 A
US 58 34 860
US 43 93 337
EP 05 72 706 A1
EP 03 32 301 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Schaltungsanordnung zum Ansteuern einer Last

⑤⑦ Es wird eine Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last vorgeschlagen, die eine Schaltvorrichtung aufweist, die seriell mit der Last zwischen einem ersten und einem zweiten Versorgungspotentialanschluß verschaltet ist. Eine Steuervorrichtung steuert die Schaltvorrichtung leitend oder sperrend. Die Schaltvorrichtung weist dabei einen ersten und zumindest einen zweiten Halbleiterschalter auf, die mit ihrer Laststrecke parallel verschaltet sind und deren Steueranschlüsse miteinander gekoppelt sind. Durch ein verzögertes Schalten des ersten und des zweiten Halbleiterschalters findet eine Flankenverrundung im Stromverlauf statt, so daß die elektromagnetische Abstrahlung verringert ist.



DE 199 32 944 A 1

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Ansteuern einer Last mit einer Schaltvorrichtung, die in Reihenschaltung mit der Last zwischen einem ersten und einem zweiten Versorgungspotentialanschluß verschaltet ist. Eine Steuervorrichtung bringt die Schaltvorrichtung in einen leitenden oder einen sperrenden Zustand.

Derartige Ansteuerschaltungen sind aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt. So ist beispielsweise in der EP 0 572 706 A1 eine Ansteuerschaltung für einen Leistungs-FET mit sourceseitiger Last beschrieben. Halbleiterschalter mit einer sourceseitigen Last lassen sich z. B. über eine Pumpschaltung ansteuern. Diese ist meist als ein integrierter Schaltkreis ausgebildet. Hierdurch ist es möglich, einen Halbleiterschalter mit sourceseitiger Last auch dann voll leitend zu steuern, wenn die Spannung am Steuereingang kleiner als die Drainspannung ist. Über eine geeignete Ansteuerung der Pumpschaltung wird der Halbleiterschalter leitend oder sperrend geschaltet. Hierdurch kann der Stromfluß in dem Halbleiterschalter, d. h. im Lastkreis geregelt werden. Durch die Schaltvorgänge des Halbleiterschalters entstehen Spannungspulse, die zu elektromagnetischer Störstrahlung (EMV-Störungen) führen können. Diese Gefahr besteht insbesondere dann, wenn der Halbleiterschalter vollständig in den leitenden bzw. in den nicht-leitenden Zustand gebracht wird.

Die gleiche Problematik besteht ebenfalls bei Schaltungsanordnungen, bei denen der Halbleiterschalter mit einem Bezugspotential verbunden ist, während die Last am hohen Versorgungspotential anliegt.

Die Auswirkungen der elektromagnetischen Störungen sind um so größer, je schneller der Halbleiterschalter ein- bzw. ausgeschaltet werden muß. Die Forderung eines schnellen Ein- bzw. Ausschaltens ergibt sich bei einem pulsweiten modulierten Betrieb des Halbleiterschalters. Die Hauptursache dieser Störungen besteht in den "harten Übergängen" kurz bevor der Halbleiterschalter in den nicht-leitenden Zustand übergeht. Es ist bekannt, daß durch ein Abrunden dieser "Ecken" (Flankenverrundung) die elektromagnetische Störung vermindert werden kann.

Eine Flankenverrundung während des Abschaltens kann beispielsweise dadurch bewirkt werden, daß im Laststromkreis eine Strommeßeinrichtung vorgesehen ist, die den Stromverlauf erfaßt und überwacht. Die Strommeßeinrichtung vergleicht den Laststrom mit einer vorgegebenen Stromschwelle und liefert bei Erreichen dieser Stromschwelle ein Steuersignal, das die Ansteuerung des Halbleiterschalters derart beeinflusst, daß der Laststrom im Laststromkreis verringert wird. Nachteilig bei dem beschriebenen Vorgehen ist jedoch, daß eine Vielzahl an Bauelementen benötigt wird, die zusammen einen Regelkreis bilden, um die Ansteuerung entsprechend zu beeinflussen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, eine einfache Schaltungsanordnung bereitzustellen, die durch die Formung der Schaltflanken eine Verringerung der elektromagnetischen Störstrahlung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des vorliegenden Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß ist bei der gattungsgemäßen Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last vorgesehen, daß die Schaltvorrichtung einen ersten und zumindest einen zweiten Halbleiterschalter aufweist, die mit ihren Laststrecken parallel verschaltet sind und deren Steueranschlüsse miteinander gekoppelt sind.

Erfindungsgemäß ist also vorgesehen, den Ausgangsstrom in zumindest zwei Teilströme zu unterteilen. Die Halbleiterschalter werden durch eine zeitliche Verzögerung

zu unterschiedlichen Zeitpunkten geschaltet. In der Summe der Teilströme ergibt sich so eine Abrundung der Flanken.

In einer bevorzugten Ausgestaltung sind die Steueranschlüsse des ersten und des zweiten Halbleiterschalters über einen Spannungswandler miteinander verbunden. Der Spannungswandler kann beispielsweise als Diode ausgeführt sein. Durch den Spannungsabfall an der Diode ergeben sich unterschiedliche Spannungen an den Steueranschlüssen des ersten und des zweiten Halbleiterschalters. Dadurch, daß die Halbleiterschalter mit ihren Laststrecken parallel geschaltet sind, ergibt sich somit ein verzögerter Schaltvorgang.

Vorteilhafterweise weist der Spannungswandler auch eine Stromquelle auf, die der Diode parallel geschaltet ist. Hierdurch ist es möglich, beide Halbleiterschalter in einen vollständig sperrenden Zustand zu bringen.

Vorteilhafterweise ist die Stromtragfähigkeit des ersten Halbleiterschalters größer als die Stromtragfähigkeit des zweiten Halbleiterschalters. In einer bevorzugten Realisierung ist die Stromtragfähigkeit des ersten Halbleiterschalters vierzigmal größer als die des zweiten Halbleiterschalters. Vorzugsweise ist die Diode als eine MOS-Diode ausgeführt, deren Einsatzspannung niedriger ist, als die des Halbleiterschalters. Die Stromquelle kann als Widerstand oder bevorzugt als Depletion-Transistor realisiert werden. In diesem Fall ist es möglich, den Spannungswandler zusammen mit den Halbleiterschaltern in monolithisch integrierter Form zu realisieren.

Die Vorteile weitere Merkmale und die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung werden anhand einer Figur näher erläutert.

Die Fig. 1 zeigt die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last beispielhaft in einer Highside-Konfiguration. Dies bedeutet, eine Last 3 ist mit einem zweiten Versorgungspotentialanschluß 2 verbunden, der beispielsweise das Massepotential darstellen kann. Mit ihrem anderen Anschluß ist die Last 3 mit einer Schaltvorrichtung verbunden, die aus zwei mit ihren Laststrecken parallel geschalteten Halbleiterschaltern 4, 5 besteht. Die Reihenschaltung aus der Schaltvorrichtung 4, 5 und der Last 3 ist ferner mit einem ersten Versorgungspotentialanschluß 1 verbunden, an dem dann die Versorgungsspannung V_{BB} anliegt. Die Schaltvorrichtung 4, 5 wird über eine Steuervorrichtung 6 in den leitenden oder in den sperrenden Zustand gebracht. Steuervorrichtungen, die geeignet sind, Highside-Halbleiterschalter anzusteuern sind aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt, so daß an dieser Stelle auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet wird. Beispielhaft wird auf die in der EP 0 572 706 A1 verwiesenen. Die Steueranschlüsse der Halbleiterschalter 4, 5 sind über einen Spannungswandler miteinander gekoppelt.

Der Spannungswandler besteht aus einer Diode 8, die im vorliegenden Beispiel als MOS-Diode ausgeführt ist. Sourceseitig ist die MOS-Diode 8 mit dem Steueranschluß des zweiten Halbleiterschalters 4 verbunden. Der Sourceanschluß ist ferner mit dem Steueranschluß der MOS-Diode 8 verbunden. Drainseitig ist die MOS-Diode 8 mit dem Steueranschluß des ersten Halbleiterschalters 5 verbunden. Zwischen den Source- und den Drain-Anschluß der MOS-Diode 8 ist ein Depletion-MOSFET 7 geschaltet, der die Funktion einer Stromquelle übernimmt. Der Drainanschluß des Depletion-MOSFETs 7 ist einerseits mit seinem Steueranschluß und andererseits mit dem Steueranschluß des ersten Halbleiterschalters 5 verbunden. Sourceseitig ist der Depletion-MOSFET 7 mit dem Steueranschluß des zweiten Halbleiterschalters 4 verbunden.

Die in der Fig. 1 gezeigte Schaltungsanordnung eignet sich für eine monolithische Integration. Ist eine monolithisch integrierte Ausführung nicht notwendig, so kann die MOS-

Diode 8 durch eine diskrete Diode ersetzt werden, deren Anodenanschluß mit dem Steueranschluß des zweiten Halbleiterschalters 4 in Verbindung steht. Der Katodenanschluß ist dann mit dem Steueranschluß des ersten Halbleiterschalters 5 verbunden. Der Depletion-Halbleiterschalter 7 könnte auch durch einen Widerstand oder einem beliebigen gesteuerten Halbleiterschalter ersetzt werden.

Der erste und der zweite Halbleiterschalter 4, 5 sind so dimensioniert, daß die Stromtragfähigkeit des ersten Halbleiterschalters größer ist als die des zweiten Halbleiterschalters 4. Ein bevorzugtes Verhältnis der Stromtragfähigkeit besteht in einem Verhältnis 40 : 1, d. h. der erste Halbleiterschalter 5 ist in der Lage einen vierzigmal höheren Strom zu tragen als der zweite Halbleiterschalter 4.

Im folgenden wird die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung näher erläutert. Bezüglich der elektromagnetischen Störstrahlung ist insbesondere das Ausschalten kritisch. Dies ist durch Leitungsinduktivitäten bedingt, die Überschwinger an einem Ausgang 9, welcher zwischen der Schaltvorrichtung und der Last gelegen ist, auftreten.

Im leitenden Zustand der Schaltvorrichtung 4, 5 ist die Spannung am Steueranschluß des ersten Halbleiterschalters 5 auf einem Maximalwert. Die Spannung des Steueranschlusses des zweiten Halbleiterschalters 4 liegt eine Diodenspannung über der Spannung am Steueranschluß des ersten Halbleiterschalters 5. Wird durch die Steuervorrichtung 6 ein Ausschaltsignal an die Schaltvorrichtung 4, 5 gegeben, so beginnt die Spannung des Steueranschlusses des ersten Halbleiterschalters zu sinken. Bis zum Erreichen der Einsatzspannung des ersten Halbleiterschalters 5 wird der Steueranschluß mit einem konstanten Strom entladen. Dies hat zur Folge, daß bis zum Erreichen der Einsatzspannung eine Verzögerung auftritt, d. h. der Strom durch den ersten Halbleiterschalter 5 bleibt in diesem Zeitraum noch nahezu konstant. Erst mit dem Erreichen der Einsatzspannung beginnt der Laststrom sehr schnell zu sinken. Durch die Dimensionierung des ersten und des zweiten Halbleiterschalters 5, 4 fließt der größte Teil des Laststromes über den ersten Halbleiterschalter 5. Der für die elektromagnetische Störstrahlung kritische Moment besteht in dem Zeitpunkt ab dem Erreichen der Einsatzspannung bis zur vollständigen Entladung des Steueranschlusses des ersten Halbleiterschalters 5. In diesem kurzen Zeitraum sinkt der Laststrom auf nahezu null und verursacht aufgrund der Leitungsinduktivitäten an dem Ausgang 9 Überschwinger. Dadurch, daß die Spannung am Steueranschluß des zweiten Halbleiterschalters 4 jedoch eine Diodenspannung über der Spannung des Steueranschlusses des ersten Halbleiterschalters 5 liegt, kann der "kleine" Halbleiterschalter 4 einen Teil des Laststromes übernehmen. Sperrt der erste Halbleiterschalter 5, so liegt seine Gate-Source-Spannung noch nahe der Einsatzspannung. Die Einsatzspannung des zweiten Halbleiterschalters 4 liegt immer noch eine Diodenspannung darüber. Das Gate des ersten Halbleiterschalters 5 wird nun weiter entladen, wodurch auch die Gatespannung des zweiten Halbleiterschalters 4 sinkt. Durch die Dauer dieser weiteren Entladung ergibt sich im Verhältnis zur sogenannten "slewrate" des ersten Halbleiterschalters 5 eine flachere slewrate für den Halbleiterschalter 4. Der Grund für die unterschiedlichen slewrates bei gleichen Gateentladeströmen des ersten und des zweiten Halbleiterschalters 4, 5 ist darin zu suchen, daß im ersten Bereich der Laststrom vor allem durch den ersten Halbleiterschalter 5 bedingt ist. Die slewrate wird dabei bestimmt durch kleine Spannungsänderungen am Gate des ersten Halbleiterschalters 5, der nahe seiner Einsatzspannung arbeitet. Der Gate-Entladestrom ist im wesentlichen von der Gate-Source-Kapazität C_{GS} und der Millerkapazität (Gate-

Drain-Kapazität C_{GD}) des Halbleiterschalters 5 abhängig. Im zweiten Bereich wird der Laststrom durch den zweiten Halbleiterschalter geführt. Die slewrate ist hier durch größere Spannungsänderungen, d. h. die MOS-Diodenspannung, bestimmt. Der Entladestrom arbeitet im wesentlichen gegen die Gate-Source-Kapazität C_{GS} des Halbleiterschalters 5. Durch eine Addition der beiden Teilströme findet somit eine Flankenverrundung statt.

Nachdem der Steueranschluß über die Steuervorrichtung 6 vollständig entladen ist, liegt am Steueranschluß des zweiten Halbleiterschalters 4 noch eine Diodenspannung an. Um ein vollständiges Ausschalten des zweiten Halbleiterschalters 4 zu ermöglichen, kann über den Depletion-MOSFET 7 der Steueranschluß über die Steuervorrichtung 6 vollständig entladen werden. Diese Entladung findet, je nach Dimensionierung, entsprechend langsam statt.

Im vorliegenden Beispiel beinhaltet die Steuervorrichtung nur zwei Halbleiterschalter 4, 5. Es ist jedoch denkbar, weitere Halbleiterschalter parallel zu schalten, wobei in der Form einer Kaskade zwischen dem zweiten Halbleiterschalter und dem weiteren Halbleiterschalter wiederum ein Spannungswandler (mit einer Diode und einer Stromquelle) vorgesehen ist. Durch eine geeignete Dimensionierung der Stromtragfähigkeit der Halbleiterschalter der Schaltvorrichtung kann eine gewünschte Flankenverrundung eingestellt werden.

Die im Ausführungsbeispiel gezeigte Realisierungsform ist besonders vorteilhaft, da mittels des ersten Halbleiterschalters die Slew rate, d. h. die Geschwindigkeit bis zum Ausschalten im wesentlichen bestimmt ist, während der zweite Halbleiterschalter eine Flankenverrundung vornimmt und somit die elektromagnetische Störstrahlung verringert.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last, mit

- einer Schaltvorrichtung (4, 5), die in Reihenschaltung mit der Last (3) zwischen einem ersten und einem zweiten Versorgungspotentialanschluß (1, 2) verschalten ist,
- einer Steuervorrichtung (6), die die Schaltvorrichtung leitend oder sperrend steuert

dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltvorrichtung (4, 5) einen ersten und zumindest einen zweiten Halbleiterschalter aufweist, die mit ihrer Laststrecke parallel verschalten sind und deren Steueranschlüsse miteinander gekoppelt sind.

2. Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steueranschlüsse des ersten und des zweiten Halbleiterschalters (4, 5) über einen Spannungswandler (7, 8) miteinander verbunden sind.

3. Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungswandler (7, 8) eine Diode (8) aufweist.

4. Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungswandler (7, 8) eine Stromquelle (7) aufweist, die der Diode (8) parallel geschaltet ist.

5. Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromtragfähigkeit des ersten Halbleiterschalters (5) größer als die des zweiten Halbleiterschalters (4) ist.

6. Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die

Stromtragfähigkeit des ersten Halbleiterschalters (5) vierzig mal größer als die des zweiten Halbleiterschalters (4) ist.

7. Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Diode (8) eine MOS-Diode ist. 5

8. Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromquelle (7) ein Widerstand oder ein Depletion-Transistor ist. 10

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

